Ontario

Normes de formation en établissement d'enseignement

Mécanicien ou mécanicienne de systèmes de réfrigération et de climatisation catégorie 1 – 313A

Niveau 3 – avancé

313A

Ministère de la Formation et des Collèges et Universités

Normes de formation
en établissement d'enseignement

Mécanicien ou mécanicienne de systèmes de réfrigération et de climatisation catégorie 1 – 313A

Niveau 3 – avancé

313A

Date d'élaboration : septembre 2008
Date d'impression : juillet 2009

ISBN 978-1-4249-9559-2 (Version imprimée)
ISBN 978-1-4249-9560-8 (PDF)

Imprimé sur du papier recyclé

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2009

09-097

Table des matières

Introduction 4

Résumé des sujets obligatoires du programme 5

S0751 Psychrométrie appliquée – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) **6**

S0751.1 Décrire les termes et les conditions psychrométriques relatifs au rendement des systèmes de réfrigération et de climatisation 8
S0751.2 Décrire les processus mettant en jeu la modification de l'état d'un mélange d'air sec et de vapeur d'eau dans les systèmes de réfrigération et de climatisation 9
S0751.3 Décrire les méthodes utilisées pour élaborer et analyser des diagrammes psychrométriques afin de déterminer les paramètres de fonctionnement de systèmes de réfrigération et de climatisation 9

S0752 Plans et calculs de charge calorifique – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) 10

S0752.1 Interpréter des dessins de bâtiment afin de concevoir une structure comportant des systèmes de réfrigération et de climatisation 12
S0752.2 Démontrer comment produire des croquis à main levée en vue de l'installation de systèmes de réfrigération et de climatisation 13
S0752.3 Décrire l'incidence des sources de chaleur sur les applications de réfrigération et de climatisation 14
S0752.4 Calculer les gains et les pertes de chaleur associés aux systèmes de réfrigération et de climatisation 15

S0753 Systèmes de climatisation – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) **16**

S0753.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'une thermopompe 19
S0753.2 Déterminer les articles applicables du Code du bâtiment de l'Ontario et de la norme de réfrigération mécanique B52 qui portent sur les systèmes de réfrigération et de climatisation 20
S0753.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des conduites de frigorigène des systèmes de réfrigération et de climatisation 21
S0753.4 Décrire les méthodes utilisées pour installer des systèmes de réfrigération et de climatisation 23
S0753.5 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des tours de refroidissement 25

S0753.6 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des conduites, des pompes et des accessoires d'acheminement de l'eau nécessaires au fonctionnement des tours de refroidissement 27
S0753.7 Décrire les méthodes de dépannage et d'entretien des systèmes de réfrigération et de climatisation 28
S0753.8 Décrire les méthodes utilisées pour transférer la puissance aux compresseurs et aux pompes à entraînement extérieur des systèmes de réfrigération et de climatisation 33
S0753.9 Décrire les méthodes utilisées pour aligner les compresseurs et les pompes dans les systèmes de réfrigération et de climatisation 34
S0753.10 Décrire les méthodes utilisées pour vérifier les paramètres de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation 35
S0753.11 Décrire les méthodes utilisées pour procéder au dépannage des systèmes de réfrigération et de climatisation et en déceler les problèmes 35
S0753.12 Décrire les cycles de refroidissement par absorption au bromure de lithium des systèmes de réfrigération et de climatisation 36

S0754 Systèmes de distribution d'air et accessoires – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) 37

S0754.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs des systèmes de distribution d'air des systèmes de réfrigération et de climatisation 39
S0754.2 Déterminer les composants et les plans d'implantation permettant d'assurer la distribution de l'air en fonction d'un espace donné au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation 41
S0754.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants assurant la distribution d'air au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation 41
S0754.4 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'un appareil de filtration d'air au sein de systèmes de réfrigération et de climatisation 43
S0754.5 Décrire les exigences de ventilation et de qualité de l'air intérieur se rapportant aux systèmes de réfrigération et de climatisation 44
S0754.6 Décrire les méthodes utilisées pour s'assurer que le système de distribution d'air des systèmes de réfrigération et de climatisation fonctionne conformément aux paramètres de conception 46

S0755 Systèmes électriques et systèmes de commande évolués – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) 48

S0755.1 Déterminer les lois, les règlements et les codes applicables aux travaux effectués sur les accessoires et les composants des systèmes électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation 50
S0755.2 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des dispositifs et des circuits inductifs à courant alternatif monophasé et triphasé des systèmes de réfrigération et de climatisation 51

S0755.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des moteurs de compresseur et de ventilateur des systèmes de réfrigération et de climatisation 54
S0755.4 Interpréter la terminologie propre aux systèmes de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation 56
S0755.5 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants et des systèmes de commande pneumatiques des systèmes de réfrigération et de climatisation 57
S0755.6 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des commandes de fonctionnement et de sécurité des systèmes de réfrigération et de climatisation 58
S0755.7 Déterminer la séquence des phases électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation 59
S0755.8 Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour procéder à l'entretien des circuits de commande et des composants électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation 60

S0756 Dispositifs et commandes électroniques – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) 63

S0756.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des dispositifs et des commandes électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation 65
S0756.2 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des capteurs et des dispositifs d'entrée-sortie des systèmes de réfrigération et de climatisation 66
S0756.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation 67
S0756.4 Décrire les méthodes utilisées pour installer les régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation 68
S0756.5 Décrire les méthodes utilisées pour procéder au câblage des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation 69
S0756.6 Décrire les méthodes utilisées pour communiquer avec les systèmes de commande électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation 69
S0756.7 Démontrer les méthodes de programmation utilisées pour modifier les paramètres de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation 70
S0756.8 Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation 70
S0756.9 Décrire les méthodes et les stratégies d'économie d'énergie utilisées avec les commandes électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation 71

Introduction

Cette révision du niveau 3 du programme de formation de mécanicien ou mécanicienne de systèmes de réfrigération et de climatisation – bâtiments résidentiels, industriels, commerciaux et institutionnels se fonde sur les objectifs de rendement des normes de formation par l'apprentissage en milieu de travail approuvées par l'industrie.

Le programme de formation comporte 6 sujets obligatoires. Le tableau Résumé des sujets obligatoires du programme présente un sommaire des heures de formation pour chaque sujet obligatoire.

Il indique seulement l'apprentissage ayant lieu hors du milieu de travail. Le programme de formation en établissement met d'abord l'accent sur les connaissances théoriques et les habiletés essentielles requises pour répondre aux objectifs de rendement des normes de formation par l'apprentissage. On s'attend à ce que l'employeur/parrain accroisse les connaissances et les compétences de l'apprenti ou de l'apprentie par le biais d'une formation pratique en milieu de travail. On évalue régulièrement les connaissances et les compétences des apprentis au cours de la formation pour s'assurer que tous atteignent les résultats d'apprentissage indiqués dans le programme.

Le programme de formation en établissement n'est pas censé perfectionner les compétences acquises en milieu de travail. Le volet pratique du programme de formation en établissement sert à renforcer les connaissances théoriques. La formation des compétences est dispensée au travail.

Résumé des sujets obligatoires du programme – Niveau 3 – Avancé
Mécanicien ou mécanicienne de systèmes de réfrigération et de climatisation

Numéro	Sujets obligatoires	Total des heures	Heures de théorie	Heures de pratique
S0751.0	Psychrométrie appliquée – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)	21	6	15
S0752.0	Plans et calculs de charge calorifique – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)	18	3	15
S0753.0	Systèmes de climatisation – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)	60	39	21
S0754.0	Systèmes de distribution d'air et accessoires – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)	36	24	12
S0755.0	Systèmes électriques et systèmes de commande évolués – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)	81	39	42
S0756.0	Dispositifs et commandes électroniques – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)	24	12	12
	Total	**240**	**123**	**117**

Numéro : **S0751**

Titre : **PSYCHROMÉTRIE APPLIQUÉE – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)**

Durée : 21 heures au total Théorie : 6 heures Pratique : 15 heures

Préalables : L1CC – S0731, S0732, S0733, S0734, S0735, S0736, S0737
L2 – S0744, S0745, S0746, S0747, S0748, S0749

Contenu :

S0751.1 Décrire les termes et les conditions psychrométriques relatifs au rendement des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 0 h)**

S0751.2 Décrire les processus mettant en jeu la modification de l'état d'un mélange d'air sec et de vapeur d'eau dans les systèmes de réfrigération et de climatisation. **(4 h / 0 h)**

S0751.3 Décrire les méthodes utilisées pour élaborer et analyser des diagrammes psychrométriques afin de déterminer les paramètres de fonctionnement de systèmes de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 15 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session par session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
30 %	70 %	100 %

Stratégies d'enseignement : Exposés
Vidéos
Matériel imprimé
Démonstration – Travaux pratiques en laboratoire
Formation fondée sur les compétences
Apprentissage en ligne

Documents de référence :

Occupational Health and Safety Manual for Refrigeration and Air Conditioning
Loi sur le transport de matières dangereuses
Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
Loi sur la santé et la sécurité au travail et règlements applicables aux projets de construction
Code de pratiques visant la réduction des émissions de chlorofluorocarbures des systèmes de réfrigération et de climatisation (programme de prévention de l'appauvrissement de la couche d'ozone)
Modern Refrigeration and Air Conditioning (Althouse, Turnquist & Bracciano)
Logiciels de formation applicables
Documentation fournie par les fabricants
Lois, règlements et codes applicables

- Code des incendies de l'Ontario
- Code canadien de l'électricité
- *Loi sur les chaudières et appareils sous pression*
- Norme de réfrigération mécanique B52 de la CSA
- Règlements provinciaux et fédéraux sur les halocarbures
- *Loi de 2000 sur les normes techniques et la sécurité*
- Code du bâtiment
- Codes municipaux

S0751.0 Psychrométrie appliquée – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)

Durée : 21 heures au total Théorie : 6 heures Pratique : 15 heures

Renvois aux normes de formation
313A : 6239.0, 6240.0, 6241.0, 6242.0, 6243.0, 6244.0, 6245.0

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie sera capable d'élaborer des diagrammes psychrométriques destinés à être utilisés avec des systèmes de réfrigération et de climatisation se trouvant dans des bâtiments industriels, commerciaux ou institutionnels (ICI), ainsi que de les interpréter et d'en analyser les données.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

51.1 Décrire les termes et les conditions psychrométriques relatifs au rendement des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 0 h)**

Décrire les conditions nécessaires pour assurer le confort postural, y compris :
- le rythme métabolique
- les pertes de chaleur corporelle
- les gains de chaleur corporelle
- les températures effectives

Connaître les termes relatifs à l'état d'un mélange d'air sec et de vapeur d'eau, y compris :
- la composition de l'air
- l'enthalpie
- la densité
- la pression barométrique
- les températures au thermomètre mouillé
- les températures au thermomètre sec
- les températures du point de rosée
- l'humidité spécifique et relative

51.2 Décrire les processus mettant en jeu la modification de l'état d'un mélange d'air sec et de vapeur d'eau dans les systèmes de réfrigération et de climatisation. **(4 h / 0 h)**

Interpréter des processus sur des diagrammes et des tables psychrométriques, y compris :

- la chaleur sensible de chauffage et de refroidissement
- l'humidification et la déshumidification
- le chauffage et l'humidification
- le refroidissement et la déshumidification
- les mélanges d'air

51.3 Décrire les méthodes utilisées pour élaborer et analyser des diagrammes psychrométriques afin de déterminer les paramètres de fonctionnement de systèmes de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 15 h)**

Démontrer comment élaborer des diagrammes psychrométriques.

À l'aide de diagrammes et de tables psychrométriques ainsi que des logiciels prévus à cette fin, interpréter le fonctionnement d'un système de réfrigération et de climatisation en tenant compte notamment des éléments suivants :

- les conditions d'entrée et de sortie de l'air
- le point de rosée de l'appareil
- la température du serpentin
- le facteur de dérivation du serpentin de refroidissement
- les débits d'air
- la capacité du système
- les mélanges d'air
- les économiseurs

Décrire les méthodes utilisées pour documenter les paramètres de fonctionnement d'un système en insistant notamment sur :

- les conditions d'entrée et de sortie de l'air
- le point de rosée de l'appareil
- la température du serpentin
- le facteur de dérivation du serpentin de refroidissement
- les débits d'air
- la capacité du système de refroidissement
- le pourcentage d'air frais
- le registre d'air frais
- l'économiseur d'air frais

Numéro : **S0752**

Titre : **PLANS ET CALCULS DE CHARGE CALORIFIQUE – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)**

Durée : 18 heures au total Théorie : 3 heures Pratique : 15 heures

Préalables : L1CC – S0731, S0732, S0733, S0734, S0735, S0736, S0737
L2 – S0744, S0745, S0746, S0747, S0748, S0749

Contenu :

S0752.1 Interpréter des dessins de bâtiment afin de concevoir une structure comportant des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(3 h / 5 h)**

S0752.2 Démontrer comment produire des croquis à main levée en vue de l'installation de systèmes de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 2 h)**

S0752.3 Décrire l'incidence des sources de chaleur sur les applications de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 2 h)**

S0752.4 Calculer les gains et les pertes de chaleur associés aux systèmes de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 6 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session par session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
20 %	80 %	100 %

Stratégies d'enseignement : Exposés
Vidéos
Matériel imprimé
Démonstration – Travaux pratiques en laboratoire
Formation fondée sur les compétences
Apprentissage en ligne

Documents de référence :

Occupational Health and Safety Manual for Refrigeration and Air Conditioning
Loi sur le transport de matières dangereuses
Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
Loi sur la santé et la sécurité au travail et règlements applicables aux projets de construction
Code de pratiques visant la réduction des émissions de chlorofluorocarbures des systèmes de réfrigération et de climatisation (programme de prévention de l'appauvrissement de la couche d'ozone)
Modern Refrigeration and Air Conditioning (Althouse, Turnquist & Bracciano)
Logiciels de formation applicables
Documentation fournie par les fabricants
Lois, règlements et codes applicables

- Code des incendies de l'Ontario
- Code canadien de l'électricité
- *Loi sur les chaudières et appareils sous pression*
- Norme de réfrigération mécanique B52 de la CSA
- Règlements provinciaux et fédéraux sur les halocarbures
- *Loi de 2000 sur les normes techniques et la sécurité*
- Code du bâtiment
- Codes municipaux

S0752.0 Plans et calculs de charge calorifique – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)

Durée : 18 heures au total Théorie : 3 heures Pratique : 15 heures

Renvois aux résultats/normes d'apprentissage :
313A : 6239.0, 6240.0, 6241.0, 6242.0, 6243.0, 6244.0, 6245.0

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie sera capable d'interpréter les dessins de bâtiment et la documentation de travail, de produire des croquis en vue de l'installation de systèmes, de déterminer les sources de chaleur et de calculer les gains et les pertes de chaleur de systèmes de réfrigération et de climatisation se trouvant dans des bâtiments industriels, commerciaux ou institutionnels (ICI).

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

52.1 Interpréter des dessins de bâtiment afin de concevoir une structure comportant des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(3 h / 5 h)**

Interpréter des dessins isométriques, orthogonaux et à vues multiples.

Interpréter les dessins et les guides d'exécution afin de déterminer l'emplacement et les dimensions du matériel et des composants mécaniques.

Décrire la fonction des lignes utilisées dans la réalisation des dessins d'exécution, y compris :

- les lignes de contour visibles
- les lignes de cote
- les lignes d'attache
- les lignes de projection
- les lignes de contour cachées

Déterminer les symboles, les abréviations et la nomenclature utilisés dans les dessins et les guides d'installation types.

52.1 (suite)

Interpréter les symboles utilisés dans les dessins pour désigner les éléments d'un système mécanique, notamment ceux représentant :

- la tuyauterie
- les moteurs
- les compresseurs
- les ventilateurs
- les soufflantes
- les évaporateurs
- les condenseurs
- les régulateurs de débit
- les pompes

Interpréter la documentation de travail afin de déterminer les éléments pertinents, y compris :

- la cartouche
- le niveau de révision des dessins
- l'orientation du bâtiment
- l'échelle des dessins
- le type de matériel à utiliser
- les capacités des appareils
- les exigences relatives au matériel électrique
- les types et le nombre de supports et d'étriers de suspension ainsi que leur emplacement
- l'identification des conduites sur place
- les matériaux utilisés
- les listes de vérification des fabricants

Déterminer les dimensions et l'emplacement précis des composants mécaniques.

Déterminer la longueur des tuyaux en les mesurant sur les dessins à l'aide de l'échelle.

52.2 Démontrer comment produire des croquis à main levée en vue de l'installation de systèmes de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 2 h)**

Démontrer comment produire des croquis à main levée permettant de repérer l'emplacement et la position du matériel au sein de systèmes de réfrigération et de climatisation, en prenant soin de définir ce qui suit :

- les groupes compresseurs-condenseurs
- les systèmes autonomes
- les dispositifs de traitement de l'air
- le plan d'installation des conduites de frigorigène

52.2 (suite)

Démontrer comment produire des croquis à main levée en vue de fabriquer les articles nécessaires aux installations en insistant notamment sur :

- les transitions des conduits
- les plénums
- les purificateurs d'air
- le matériel d'épuration d'air
- les supports des conduites
- les supports pour groupes compresseurs-condenseurs

52.3 Décrire l'incidence des sources de chaleur sur les applications de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 2 h)**

Déterminer les sources de chaleur en cause en insistant notamment sur :

- les fuites de chaleur vers l'intérieur du bâtiment
- les fuites d'air vers l'intérieur du bâtiment
- l'air de ventilation
- la charge solaire
- les appareils électroménagers
- l'éclairage
- les gains de chaleur provenant des occupants
- le décalage thermique
- l'isolation et les pare-vapeur
- le degré-jour
- les coefficients R, K, U et C

Décrire l'incidence des sources de chaleur sur les applications de climatisation résidentielles.

52.4 Calculer les gains et les pertes de chaleur associés aux systèmes de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 6 h)**

Déterminer les éléments d'information pertinents à utiliser pour calculer les gains et les pertes de chaleur, en tenant compte notamment des éléments suivants :

- enquêtes sur les lieux
- plans du bâtiment
- conditions de conception selon le Code du bâtiment de l'Ontario
- emplacement géographique
- dimensions du bâtiment
- orientation du bâtiment
- dimensions et destination des pièces
- composition des murs
- composition du toit
- couleur du toit
- type et épaisseur du matériau isolant
- emplacement, type et dimensions des fenêtres
- emplacement, type et dimensions des portes
- présence d'appareils émetteurs de chaleur
- occupation
- formulaires d'estimation des charges
- tables d'estimation des charges

Calculer les gains et les pertes de chaleur associés aux systèmes de réfrigération et de climatisation.

Numéro : **S0753**

Titre : **SYSTÈMES DE CLIMATISATION – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)**

Durée : 60 heures au total Théorie : 39 heures
Pratique : 21 heures

Préalables : L1CC – S0731, S0732, S0733, S0734, S0735, S0736, S0737
L2 – S0744, S0745, S0746, S0747, S0748, S0749

Contenu :

S0753.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'une thermopompe. **(3 h / 0 h)**

S0753.2 Déterminer les articles applicables du Code du bâtiment de l'Ontario et de la norme de réfrigération mécanique B52 qui portent sur les systèmes de réfrigération et de climatisation. **(4 h / 0 h)**

S0753.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des conduites de frigorigène des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(4 h / 6 h)**

S0753.4 Décrire les méthodes utilisées pour installer des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(6 h / 2 h)**

S0753.5 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des tours de refroidissement. **(1 h / 1 h)**

S0753.6 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des conduites, des pompes et des accessoires d'acheminement de l'eau nécessaires au fonctionnement des tours de refroidissement. **(6 h / 2 h)**

S0753.7 Décrire les méthodes de dépannage et d'entretien des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(4 h / 4 h)**

S0753.8 Décrire les méthodes utilisées pour transférer la puissance aux compresseurs et aux pompes à entraînement extérieur des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 0 h)**

S0753.9 Décrire les méthodes utilisées pour aligner les compresseurs et les pompes dans les systèmes de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 3 h)**

S0753.10 Décrire les méthodes utilisées pour vérifier les paramètres de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 1 h)**

S0753.11 Décrire les méthodes utilisées pour procéder au dépannage des systèmes de réfrigération et de climatisation et en déceler les problèmes. **(4 h / 2 h)**

S0753.12 Décrire les cycles de refroidissement par absorption au bromure de lithium des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(3 h / 0 h)**

Évaluation et tests :

Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session par session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
65 %	35 %	100 %

Stratégies d'enseignement :

Exposés
Vidéos
Matériel imprimé
Démonstration – Travaux pratiques en laboratoire
Formation fondée sur les compétences
Apprentissage en ligne

Documents de référence :

Occupational Health and Safety Manual for Refrigeration and Air Conditioning
Loi sur le transport de matières dangereuses
Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
Loi sur la santé et la sécurité au travail et règlements applicables aux projets de construction
Code de pratiques visant la réduction des émissions de chlorofluorocarbures des systèmes de réfrigération et de climatisation (programme de prévention de l'appauvrissement de la couche d'ozone)
Modern Refrigeration and Air Conditioning (Althouse, Turnquist & Bracciano)
Logiciels de formation applicables
Documentation fournie par les fabricants

Lois, règlements et codes applicables

- Code des incendies de l'Ontario
- Code canadien de l'électricité
- *Loi sur les chaudières et appareils sous pression*
- Norme de réfrigération mécanique B52 de la CSA
- Règlements provinciaux et fédéraux sur les halocarbures
- *Loi de 2000 sur les normes techniques et la sécurité*
- Code du bâtiment
- Codes municipaux

S0753.0 Systèmes de climatisation – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)

Durée : 60 heures au total Théorie : 39 heures Pratique : 21 heures

Renvois aux résultats/normes d'apprentissage :
313A : 6239.0, 6240.0, 6241.0, 6242.0, 6243.0, 6244.0, 6245.0

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie sera capable de décrire les méthodes utilisées pour procéder à l'entretien des systèmes de réfrigération et de climatisation se trouvant dans des bâtiments industriels, commerciaux ou institutionnels (ICI).

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

53.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'une thermopompe. **(3 h / 0 h)**

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'une thermopompe en insistant notamment sur :
- le cycle de refroidissement
- le cycle de chauffage
- le cycle de dégivrage
- la thermopompe air-air
- la thermopompe à source liquide
- la thermopompe géothermique

Décrire les températures et les pressions de fonctionnement d'une thermopompe en insistant notamment sur :
- le cycle de refroidissement
- le cycle de chauffage
- le cycle de dégivrage

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction accessoires d'une thermopompe en insistant notamment sur :
- les indicateurs de liquide
- les indicateurs d'humidité
- les accumulateurs
- les chaufferettes de carter
- les robinets inverseurs à quatre voies
- les vannes électromagnétiques
- les clapets de non-retour
- les clapets de surpression

53.1 (suite)

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des accessoires des thermopompes.

Décrire les méthodes (p. ex., l'inspection, le remplacement ou la réparation) utilisées pour procéder à l'entretien des accessoires d'une thermopompe.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des échangeurs de chaleur à source liquide utilisés dans les thermopompes.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des conduites d'eau, des pompes et des accessoires utilisés dans les thermopompes à eau et les thermopompes géothermiques.

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des thermopompes.

53.2 Déterminer les articles applicables du Code du bâtiment de l'Ontario et de la norme de réfrigération mécanique B52 qui portent sur les systèmes de réfrigération et de climatisation. **(4 h / 0 h)**

Déterminer les articles du Code du bâtiment de l'Ontario qui portent sur l'installation des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Repérer les sections pertinentes de la norme de réfrigération mécanique B52, dont celles qui traitent des points suivants :

- la classification des usages
- la classification des frigorigènes et des systèmes de refroidissement
- la déclaration des essais effectués
- la signalisation
- les substitutions de frigorigène
- les exigences d'utilisation des systèmes
- les exigences applicables selon l'usage du bâtiment
- les matériaux utilisés
- les pressions nominales
- les conduites de frigorigène
- l'entretien
- les essais en usine
- les données nominales
- les méthodes d'installation
- les essais sur place
- la charge, le retrait et l'élimination des frigorigènes
- l'expansion des liquides frigorigènes
- les limites de remplissage des récipients

- l'entreposage des frigorigènes
- l'affichage des directives
- la protection des récipients sous pression
- la protection des systèmes
- les dispositifs de sûreté
- les conduites de refoulement pourvues de détendeurs de pression
- les appareils respiratoires et le matériel de protection
- les espaces clos
- la norme 15 de l'ASHRAE

53.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des conduites de frigorigène des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(4 h / 6 h)**

Déterminer le plan d'installation des conduites de frigorigène permettant d'assurer le retour d'huile requis.

Interpréter le plan d'installation des conduites de frigorigène des systèmes de climatisation permettant d'établir notamment :

- les dispositifs de protection du compresseur appropriés
- les exigences liées à l'arrêt du système
- la fonction de la tuyauterie durant les cycles de fonctionnement

Décrire les méthodes d'installation et de soutien des conduites de frigorigène permettant de :

- réduire au minimum les dommages aux conduites et au matériel
- prévenir les fuites de frigorigène

Décrire les matériaux et les raccords utilisés pour relier les composants d'un système de climatisation en insistant notamment sur :

- les qualités de tuyauterie et de tubulure en cuivre
- les tuyaux flexibles
- les robinets d'isolement
- l'isolation des tuyaux

Décrire les exigences particulières propres aux conduites d'aspiration des systèmes de climatisation, de même que les précautions les concernant.

Déterminer les dimensions et la quantité de conduites d'aspiration nécessaires, en tenant compte notamment :

- des spécifications des fabricants
- des tableaux
- des diagrammes
- de la documentation technique
- des codes et règlements

53.3 (suite)

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent découler des pertes de pression excessives dans les conduites d'aspiration.

Déterminer les exigences particulières propres aux conduites de liquide des systèmes de climatisation, de même que les précautions les concernant.

Déterminer les dimensions et la quantité de conduites de liquide nécessaires, en tenant compte notamment :
- des spécifications des fabricants
- des tableaux
- des diagrammes
- de la documentation technique
- des codes et règlements

Décrire les phénomènes de perte et de gain de pression qui surviennent au sein des conduites de liquide des systèmes de climatisation.

Connaître le degré de sous-refroidissement nécessaire pour une conduite de liquide.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des colonnes montantes d'aspiration des systèmes de climatisation en insistant notamment sur :
- la fonction d'une colonne montante d'aspiration réduite
- les méthodes utilisées pour établir les dimensions d'une colonne montante d'aspiration réduite
- la fonction d'une double colonne montante d'aspiration
- les méthodes utilisées pour établir les dimensions des doubles colonnes montantes d'aspiration
- les méthodes utilisées pour établir les dimensions des conduites d'aspiration pour les installations à compresseurs multiples
- les méthodes utilisées pour établir les dimensions des conduites d'aspiration pour les installations à évaporateurs multiples

Déterminer les exigences particulières propres aux conduites de refoulement des systèmes de climatisation, de même que les précautions les concernant.

Déterminer les dimensions et la quantité de conduites de refoulement nécessaires, en tenant compte notamment :
- des spécifications des fabricants
- des tableaux
- des diagrammes
- de la documentation technique
- des codes et règlements

53.3 (suite)

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent découler des pertes de pression excessives dans les conduites de refoulement.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'une colonne montante de refoulement en insistant notamment sur :

- la fonction d'une colonne montante de refoulement réduite
- les méthodes utilisées pour établir les dimensions d'une colonne montante de refoulement réduite
- la fonction d'une double colonne montante de refoulement
- les méthodes utilisées pour établir les dimensions des doubles colonnes montantes de refoulement
- les méthodes utilisées pour établir les dimensions des conduites de refoulement pour les installations à compresseurs multiples
- les méthodes utilisées pour établir les dimensions des conduites de refoulement pour les installations à évaporateurs multiples

Décrire les facteurs à considérer pour remplacer le type de frigorigène utilisé dans les systèmes de réfrigération et de climatisation.

53.4 Décrire les méthodes utilisées pour installer des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(6 h / 2 h)**

Déterminer les exigences d'installation prescrites dans les lois, les règlements et les codes, y compris celles qui portent sur les points suivants :

- l'emplacement de l'appareil
- le bruit
- le taux de rendement énergétique saisonnier
- les autorisations
- les permis obligatoires
- les inspections
- les corps de métier en sous-traitance
- les licences
- l'accréditation

Indiquer les documents de planification requis pour l'installation d'un système de climatisation en insistant notamment sur :

- les bons de travail
- les feuilles d'approbation
- les listes de vérification des fabricants

53.4 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des groupes compresseurs-condenseurs des systèmes de climatisation en insistant notamment sur :

- leur composition
- leurs caractéristiques de fonctionnement
- les données nominales qui s'y rapportent

Interpréter les spécifications du matériel et les guides d'installation des fabricants afin de déterminer les capacités et les caractéristiques physiques de l'appareil.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des différentes configurations de serpentin d'évaporateur utilisées dans les systèmes de climatisation en insistant notamment sur :

- le serpentin ordinaire
- le serpentin incliné
- le serpentin plat

Décrire les procédés d'adaptation des évaporateurs à détente directe qui permettent de régler la capacité en insistant notamment sur :

- la dérivation des gaz chauds
- l'injection de liquide
- les évaporateurs multiples

Décrire les différents types de dispositifs d'amenée du frigorigène utilisés dans les systèmes de climatisation pourvus d'évaporateurs à détente directe en insistant notamment sur :

- les distributeurs à orifice
- les distributeurs à venturi
- les serpentins séparés – en rangées
- les serpentins séparés – surface frontale
- les serpentins plats
- les stratégies de positionnement et de régulation des systèmes à serpentins évaporateurs multiples

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des évaporateurs des systèmes de climatisation en insistant notamment sur :

- le rendement des serpentins de refroidissement
- les tables de capacité des serpentins de refroidissement
- le coefficient de chaleur sensible
- le débit d'air requis
- les facteurs de dérivation

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs et des appareils de traitement de l'air des systèmes de climatisation.

53.4 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs de récupération de chaleur des systèmes de climatisation.

Décrire les exigences d'installation des ventilateurs de récupération de chaleur.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs de récupération d'énergie des systèmes de climatisation.

Décrire les exigences d'installation des ventilateurs de récupération d'énergie.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des accessoires des systèmes de climatisation utilisés dans un cycle de refroidissement mécanique en insistant notamment sur :

- les indicateurs de liquide
- les indicateurs d'humidité
- les accumulateurs
- les chaufferettes de carter
- les robinets inverseurs à quatre voies
- les vannes électromagnétiques
- les clapets de non-retour
- les clapets de surpression

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des humidificateurs des systèmes de climatisation.

53.5 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des tours de refroidissement. **(1 h / 1 h)**

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des tours de refroidissement à tirage naturel et des refroidisseurs par aspersion.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des tours de refroidissement à éjecteurs en insistant notamment sur :

- les pompes à eau, les conduites et les robinets
- les buses de pulvérisation
- le matériau des surfaces d'évaporation
- les commandes

53.5 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des tours de refroidissement à aspiration d'air et à convection forcée en insistant notamment sur :

- les pompes à eau
- les conduites d'eau
- les robinets automatiques de débit d'eau
- le carter humide
- le carter sec
- le réchauffeur de carter
- les ventilateurs
- les moteurs d'entraînement
- les buses de pulvérisation
- le matériau des surfaces d'évaporation
- les éliminateurs
- les commandes

Décrire le principe de fonctionnement et la fonction des tours de refroidissement à boucle fermée.

Décrire la consommation d'eau totale d'une tour de refroidissement en insistant notamment sur :

- la purge
- l'évaporation
- l'eau entraînée

Décrire les méthodes de régulation de la température de l'eau en insistant notamment sur :

- les soupapes de dérivation
- les régulateurs de température de l'eau
- les commandes de registre
- les ventilateurs à vitesse variable
- les pompes

Décrire les méthodes d'entretien et de réparation des tours de refroidissement en insistant notamment sur :

- les méthodes de démarrage
- les méthodes d'arrêt
- le traitement de l'eau
- le rôle des spécialistes du traitement de l'eau
- l'entretien des tours
  - nettoyage
  - purge
  - rinçage
- la maladie des légionnaires
- la bactérie *Legionella*

- les purges et l'eau d'appoint (données du fabricant)
- la prévention des retours de liquide
- les crépines
- la pompe à eau

53.6 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des conduites, des pompes et des accessoires d'acheminement de l'eau nécessaires au fonctionnement des tours de refroidissement. **(6 h / 2 h)**

Décrire l'utilisation des conduites des circuits de distribution d'eau en insistant notamment sur :

- l'eau de circulation et l'eau d'appoint
- l'évacuation
- la dérivation
- la purge

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des pompes de circulation d'eau en circuit ouvert et fermé des tours de refroidissement en insistant notamment sur :

- les données publiées par le fabricant
- les courbes de rendement
- la construction des pompes
- l'emplacement de la pompe dans le système
- les répercussions d'un défaut de rotation de la pompe
- la cause des cavitations
- les pertes de pression « charge nette absolue à l'aspiration »
- la vérification sur place d'une pompe centrifuge
- la vérification des dimensions du rotor
- la mesure de la hauteur d'élévation
- le calcul du débit d'eau
- la mesure du débit et de la pression
- le démontage et l'assemblage de la pompe
- le remplacement des garnitures
- les méthodes de fermeture pour l'hiver

Décrire les méthodes utilisées pour remplacer et réparer les composants d'un système de climatisation, y compris les suivants :

- les pompes
- la cuvette de dégivrage
- les moteurs
- les enroulements
- les ventilateurs
- les registres
- les flotteurs
- les mécanismes d'entraînement

53.7 Décrire les méthodes de dépannage et d'entretien des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(4 h / 4 h)**

Interpréter les spécifications du fabricant pour vérifier les caractéristiques d'un système de climatisation, soit :

- les pressions de fonctionnement
- les températures
- les débits
- la tension
- l'intensité de courant
- le déséquilibre entre phases
- la consommation d'énergie
- le facteur de puissance

Décrire les méthodes utilisées pour vérifier les caractéristiques d'un système de climatisation, soit :

- la pression de fonctionnement
- la température
- le débit
- la tension
- l'intensité de courant
- le déséquilibre entre phases
- la consommation d'énergie
- le niveau
- le régime

Décrire les composants et la disposition du système de distribution de frigorigène secondaire d'un système de climatisation en insistant notamment sur :

- les serpentins de refroidissement
- les bacs à réactif
- les pompes
- les crépines
- les robinets
- les indicateurs
- l'isolation
- les supports
- la tuyauterie

Décrire les méthodes utilisées pour réparer le système de distribution de frigorigène secondaire d'un système de climatisation.

53.7 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'un hydromètre en insistant notamment sur :

- la vérification de la concentration de glycol ou de saumure
- la vérification de la concentration de solution antigel
- le rétablissement de la concentration de glycol ou de saumure à la valeur prescrite
- le rétablissement de la concentration de solution antigel à la valeur prescrite

Décrire les méthodes utilisées pour vérifier la charge de frigorigène secondaire d'un système de climatisation en insistant notamment sur :

- la vérification
- les ajustements
- le remplacement
- les débitmètres
- l'emploi d'indicateurs
- l'emploi de réfractomètres
- l'emploi d'appareils de mesure de la concentration

Décrire les méthodes utilisées pour procéder à l'entretien des accessoires associés au cycle de refroidissement mécanique en insistant notamment sur :

- l'inspection
- le remplacement
- la réparation
- la vérification des composants de tuyauterie
  - éliminateurs de vibrations
  - supports
- la vérification des indicateurs de liquide
- la vérification des indicateurs d'humidité
- la vérification des accumulateurs
- la vérification des chaufferettes de carter
- la vérification des vannes à quatre voies
- la vérification des vannes électromagnétiques
- la vérification des clapets de non-retour
- la vérification des clapets de surpression

Décrire les méthodes utilisées pour vérifier et déterminer la perte de pression au sein des filtres à frigorigène des systèmes de climatisation.

Décrire les méthodes de remplacement d'un filtre déshydrateur à frigorigène.

53.7 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants d'un système de climatisation en insistant notamment sur :
- les dispositifs d'échange thermique
- les évaporateurs
- les condenseurs

Décrire les méthodes utilisées pour procéder à l'entretien des échangeurs de chaleur primaire et secondaire employés dans les systèmes de climatisation en insistant notamment sur :
- l'exécution d'essais
- le nettoyage
- la réparation
- la vérification des instruments de mesure de la pression
- la vérification des instruments de mesure de la température

Indiquer le type de fluide caloporteur nécessaire au sein d'un système de climatisation, en prenant soin de définir notamment :
- les pressions
- les débits
- les vitesses

Décrire les méthodes utilisées pour vérifier les écarts de pression et de température au sein d'un système de climatisation en insistant notamment sur l'utilisation :
- de thermomètres
- d'instruments de mesure de la pression

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs et des appareils de traitement de l'air des systèmes de climatisation.

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des ventilateurs et des appareils de traitement de l'air.

Décrire les méthodes utilisées pour procéder à l'entretien des ventilateurs et des appareils de traitement de l'air en insistant notamment sur :
- le nettoyage
- la réparation
- le remplacement

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants suivants :
- tuyaux de drainage
- cuvettes à condensat
- pompes de condensat

53.7 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des compresseurs hermétiques en insistant notamment sur :

- le compresseur alternatif
- le compresseur à volute
- le compresseur rotatif
- le compresseur hélicoïdal rotatif
- le compresseur à vis

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants du compresseur centrifuge d'un système de climatisation en insistant notamment sur :

- les pièces constitutives du compresseur
  - rotor
  - volute
  - volute de refoulement et d'aspiration
  - aube directrice d'entrée
  - joints
  - paliers
- le parcours du frigorigène dans le compresseur
- les caractéristiques particulières de fonctionnement
  - fonctionnement séquentiel du rotor
  - vitesse du rotor
- la lubrification
- l'utilisation
- les méthodes de régulation de la capacité

Déterminer les méthodes d'analyse du fonctionnement des compresseurs des systèmes de climatisation.

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des compresseurs hermétiques.

Indiquer les méthodes d'analyse de l'huile du compresseur.

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des composants mécaniques ou électriques des systèmes de climatisation.

Décrire les méthodes de réparation en cas de panne des composants mécaniques ou électriques en insistant notamment sur :

- le remplacement du compresseur hermétique
- le nettoyage des composants mécaniques
- le nettoyage des composants électriques

53.7 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des filtres d'aspiration des systèmes de climatisation.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des appareils de mesure des systèmes de climatisation en insistant notamment sur :

- les appareils à orifice fixe
- les appareils à tubes capillaires
- les détendeurs thermostatiques
- les méthodes de vérification
- la défaillance des appareils de mesure

Démontrer les méthodes de réglage des détendeurs thermostatiques utilisés au sein des systèmes de climatisation.

Déterminer les paramètres du système qui doivent être réglés, dont les suivants :

- la pression
- les températures
- la surchauffe
- le sous-refroidissement

Démontrer les méthodes utilisées pour vérifier si le système contient une charge de frigorigène.

Décrire les méthodes utilisées pour diagnostiquer les paramètres d'un système de climatisation en insistant notamment sur :

- la tension
- l'intensité de courant
- la consommation d'énergie
- le déséquilibre entre phases
- le facteur de puissance
- la tension
- la rotation du matériel
- la charge d'huile du système

Démontrer l'utilisation des outils, instruments, dispositifs et matériel, y compris les suivants :

- les outils à main
- les instruments de mesure électriques
- les instruments de mesure de la pression
- les débitmètres
- les capteurs de température
- les outils et instruments spéciaux

Décrire les méthodes utilisées pour remettre un système de climatisation dans un état de fonctionnement conforme aux spécifications de conception.

53.8 Décrire les méthodes utilisées pour transférer la puissance aux compresseurs et aux pompes à entraînement extérieur des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 0 h)**

Décrire les méthodes utilisées pour transférer la puissance au compresseur à entraînement extérieur d'un système de climatisation en insistant notamment sur :

- l'accouplement en prise directe
- l'entraînement par courroie

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des poulies, des réas et des bagues utilisés dans les systèmes de climatisation en insistant notamment sur :

- les poulies en fonte
- les poulies en acier
- la fixation à l'arbre du moteur et du compresseur
- les poulies à gorges multiples
- les poulies à pas variable
- les défauts
  - usure
  - effilochage
  - déséquilibre
  - déformation

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des courroies d'entraînement des systèmes de climatisation en insistant notamment sur :

- la composition des courroies
- les courroies à puissance élevée
- les méthodes d'entretien des courroies à puissance fractionnaire (service réduit)
- les méthodes d'entretien en tenant compte :
  - du diamètre des poulies
  - du rapport entraîneur-entraîné
  - du réglage de la tension des courroies trapézoïdales
  - de l'installation des courroies d'entraînement

53.9 Décrire les méthodes utilisées pour aligner les compresseurs et les pompes dans les systèmes de réfrigération et de climatisation. **(0 h / 3 h)**

Décrire le défaut d'alignement parallèle et angulaire touchant les compresseurs des systèmes de climatisation.

Déterminer les types d'accouplements associés aux compresseurs en prise directe.

Déterminer le matériel nécessaire pour procéder à l'alignement d'un compresseur à accouplement en prise directe.

Déterminer les outils et les instruments de mesure de précision nécessaires pour aligner un compresseur, y compris :

- le pied à coulisse
- les dispositifs d'alignement au laser
- les jauges d'épaisseur
- les indicateurs à cadran
- les jauges d'épaisseur et les inclinomètres
- les clés dynamométriques
- les tachymètres

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des instruments de mesure de précision en insistant notamment sur :

- le type
- le montage
- le réglage
- la capacité
- la détection des défauts
- les méthodes utilisées pour les entretenir
- l'entreposage

Décrire les méthodes utilisées pour procéder à l'alignement du compresseur à accouplement en prise directe d'un système de climatisation.

53.10 Décrire les méthodes utilisées pour vérifier les paramètres de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 1 h)**

Interpréter les spécifications de conception des systèmes de commande en tenant compte notamment :

- des spécifications des fabricants
- des diagrammes
- des tables
- de la documentation technique
- de la documentation de travail
- des codes et règlements

Déterminer les paramètres de contrôle du fonctionnement qui doivent être réglés.

Décrire les méthodes de rectification des composants de commande en insistant notamment sur :

- l'emploi d'instruments
- l'emploi de simulateurs
- l'emploi d'analyseurs
- l'emploi d'ordinateurs
- la vérification
- le réglage
- la réparation
- le remplacement

53.11 Décrire les méthodes utilisées pour procéder au dépannage des systèmes de réfrigération et de climatisation et en déceler les problèmes. **(4 h / 2 h)**

Déterminer les paramètres de conception et les réglages d'un système de climatisation, en utilisant notamment :

- les diagrammes
- les tables
- la documentation technique
- la documentation de travail
- les codes et règlements

Décrire les méthodes de vérification, d'inspection et d'essai d'un système de climatisation afin d'en vérifier l'état de marche.

Décrire les méthodes de repérage des composants en mauvais état, endommagés ou défectueux.

Décrire la méthode d'isolation de la principale section d'un système à l'origine d'un problème.

53.11 (suite)

Décrire les méthodes d'entretien ou les mesures correctives utilisées pour remettre le système de climatisation dans un état conforme aux spécifications de conception.

53.12 Décrire les cycles de refroidissement par absorption au bromure de lithium des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(3 h / 0 h)**

Décrire le cycle d'absorption au bromure de lithium des systèmes de climatisation.

Déterminer les composants d'un cycle de refroidissement par absorption au bromure de lithium.

Décrire la cristallisation.

Décrire les conditions de fonctionnement qui causent la cristallisation.

Décrire les applications du cycle d'absorption au bromure de lithium des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Numéro : **S0754**

Titre : **SYSTÈMES DE DISTRIBUTION D'AIR ET ACCESSOIRES – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)**

Durée : 36 heures au total Théorie : 24 heures
Pratique : 12 heures

Préalables : L1CC – S0731, S0732, S0733, S0734, S0735, S0736, S0737
L2 – S0744, S0745, S0746, S0747, S0748, S0749

Contenu :

S0754.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs des systèmes de distribution d'air des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(3 h / 1 h)**

S0754.2 Déterminer les composants et les plans d'implantation permettant d'assurer la distribution de l'air en fonction d'un espace donné au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 3 h)**

S0754.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants assurant la distribution d'air au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(12 h / 2 h)**

S0754.4 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'un appareil de filtration d'air au sein de systèmes de réfrigération et de climatisation. **(3 h / 0 h)**

S0754.5 Décrire les exigences de ventilation et de qualité de l'air intérieur se rapportant aux systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 2 h)**

S0754.6 Décrire les méthodes utilisées pour s'assurer que le système de distribution d'air des systèmes de réfrigération et de climatisation fonctionne conformément aux paramètres de conception. **(2 h / 4 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session par session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Mécanicien ou mécanicienne de systèmes de réfrigération et de climatisation – Catégorie 1 – Niveau 3

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
66 %	33 %	100 %

Stratégies d'enseignement :

Exposés
Vidéos
Matériel imprimé
Démonstration – Travaux pratiques en laboratoire
Formation fondée sur les compétences
Apprentissage en ligne

Documents de référence :

Occupational Health and Safety Manual for Refrigeration and Air Conditioning
Loi sur le transport de matières dangereuses
Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
Loi sur la santé et la sécurité au travail et règlements applicables aux projets de construction
Code de pratiques visant la réduction des émissions de chlorofluorocarbures des systèmes de réfrigération et de climatisation (programme de prévention de l'appauvrissement de la couche d'ozone)
Modern Refrigeration and Air Conditioning (Althouse, Turnquist & Bracciano)
Logiciels de formation applicables
Documentation fournie par les fabricants
Lois, règlements et codes applicables

- Code des incendies de l'Ontario
- Code canadien de l'électricité
- *Loi sur les chaudières et appareils sous pression*
- Norme de réfrigération mécanique B52 de la CSA
- Règlements provinciaux et fédéraux sur les halocarbures
- *Loi de 2000 sur les normes techniques et la sécurité*
- Code du bâtiment
- Codes municipaux

S0754.0 Systèmes de distribution d'air et accessoires – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)

Durée : 36 heures au total Théorie : 24 heures Pratique : 12 heures

Renvois aux résultats/normes d'apprentissage :
U6238; U6239; U6240; U6241; U6242

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie sera capable de décrire les principes de fonctionnement et les fonctions des systèmes de distribution d'air des systèmes de réfrigération et de climatisation se trouvant dans des bâtiments industriels, commerciaux ou institutionnels (ICI).

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

54.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs des systèmes de distribution d'air des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(3 h / 1 h)**

Décrire les composants des ventilateurs des systèmes de distribution d'air en insistant notamment sur :
- les paliers
- les coussinets
- les pales
- les soufflantes
- les carters
- les arbres
- les moteurs

Connaître la terminologie employée pour décrire les dispositifs d'entraînement des ventilateurs des systèmes de distribution d'air.

Interpréter l'information présentée sur un diagramme ou une table de rendement d'un ventilateur.

Décrire les effets d'un ventilateur sur le système de distribution d'air.

Décrire des caractéristiques liées au rendement d'un ventilateur en insistant notamment sur :
- le débit en pi^3/min
- le régime
- la pression statique
- la puissance du moteur

54.1 (suite)

Décrire les caractéristiques de fonctionnement et les fonctions des ventilateurs des systèmes de distribution d'air en insistant notamment sur :
- le ventilateur centrifuge à aubes inclinées vers l'avant
- les ventilateurs centrifuges à aubes inclinées vers l'arrière
- le ventilateur centrifuge à aubes radiales
- le ventilateur hélicoïdal (axial)
- le ventilateur centrifuge axial à enveloppe ou à aubage directeur
- le ventilateur centrifuge tubulaire

Décrire les méthodes utilisées pour vérifier :
- l'alignement du dispositif d'entraînement
- les paliers
- le débit d'air
- le niveau de bruit
- la présence de vibrations
- l'équilibre

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des dispositifs de régulation de la puissance des ventilateurs axiaux et centrifuges des systèmes de distribution d'air en insistant notamment sur :
- le contrôle de la statique
- les commandes de vitesse électroniques
- les pales directionnelles

Décrire les dispositifs d'entraînement des ventilateurs utilisés dans les systèmes de distribution en insistant notamment sur :
- les poulies
- les courroies

Résoudre les problèmes relatifs aux diamètres des poulies et à leur vitesse de rotation.

Décrire les méthodes de vérification des vibrations et du courant de fonctionnement.

Décrire les méthodes utilisées pour procéder à l'entretien des ventilateurs des systèmes de distribution d'air en insistant notamment sur :
- le remplacement des poulies endommagées
- le remplacement des paliers endommagés
- la réparation des composants
- la lubrification des composants du ventilateur
- le réglage de la tension des courroies trapézoïdales

54.2 Déterminer les composants et les plans d'implantation permettant d'assurer la distribution de l'air en fonction d'un espace donné au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 3 h)**

Décrire les caractéristiques de l'air en insistant sur :
- la distribution de l'air
- les propriétés de l'air
- les mesures de l'air

Définir ce qu'on entend par l'expression « zone occupée ».

Décrire des éléments d'un système de distribution d'air en fonction d'un espace donné en insistant notamment sur :
- l'air primaire
- l'air secondaire
- la stratification

Décrire les caractéristiques de confort de l'air soufflé dans la zone occupée qui assurent le confort.

54.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants assurant la distribution d'air au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(12 h / 2 h)**

Décrire les caractéristiques de l'air en insistant notamment sur :
- la distribution de l'air
- les propriétés de l'air
- les mesures de l'air

Déterminer les plans d'implantation permettant d'assurer la distribution de l'air au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les composants et le matériel de distribution d'air en insistant notamment sur :
- le système de plénum prolongé
- le système à gainage conique

Décrire les éléments constitutifs et la fonction des composants d'un système de distribution d'air en insistant notamment sur :
- les plénums
- les raccords
- les dispositifs de réglage directionnel
- les registres de contrôle de débit
- les lames parallèles
- les registres à lames opposées
- les registres papillons

54.3 (suite)

Décrire les caractéristiques des divers systèmes de distribution d'air, dont les suivants :

- les systèmes monozone
- les systèmes multizone à conduite simple
- les systèmes à conduite double
- les systèmes à réchauffage à la sortie

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants de zonage en insistant notamment sur :

- les registres
- les actionneurs
- les paliers
- la tringlerie
- le câblage

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des composants de zonage des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les méthodes d'entretien des composants de zonage en insistant notamment sur :

- l'emploi des outils et du matériel prévus à cette fin
- les ajustements
- la réparation

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction associés aux composants à débit et à température variables des systèmes de distribution d'air en insistant notamment sur :

- les boîtes à débit d'air variable
- les sources d'alimentation
- les commandes connexes
- les composants des boîtes à débit d'air variable
- les commandes
- les accessoires

Interpréter les dessins, ainsi que les spécifications et les manuels des fabricants afin de déterminer la conception, les réglages et les paramètres de régulation des zones propres aux systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les paramètres de régulation des zones en insistant notamment sur :

- les pressions d'air
- les débits
- les vitesses

54.3 (suite)

Décrire les méthodes utilisées pour vérifier si le système de distribution d'air fonctionne conformément aux paramètres de conception en insistant notamment sur :

- les outils
- le matériel
- les dispositifs
- le matériel spécial
- les méthodes d'essai
- les essais de température
- la vérification des écarts de pression

Démontrer les méthodes de réglage du débit d'air.

54.4 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction d'un appareil de filtration d'air au sein de systèmes de réfrigération et de climatisation. **(3 h / 0 h)**

Décrire les avantages associés à l'emploi d'un système de filtration d'air efficace au sein d'un système de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- la réduction des coûts de nettoyage et d'entretien
- la réduction des congés de maladie
- l'augmentation de l'efficacité du système de refroidissement
- l'augmentation de la durée utile du matériel

Décrire les critères de sélection du matériel de filtration en insistant notamment sur :

- les particules présentes dans l'air conditionné
  - taille
  - concentration
  - types
- l'enlèvement des contaminants
- le degré d'efficacité des filtres
- la rentabilité de la filtration
  - main-d'œuvre
  - entretien
  - exigences de consommation énergétique
- l'élimination des polluants après leur enlèvement
- la résistance au flux d'air

54.4 (suite)

Décrire les méthodes d'enlèvement des traces de polluants de l'air en insistant notamment sur :

- la filtration
- le captage par impact
- l'interception
- la diffusion (HEPA)
- les filtres électrostatiques
- les substances absorbantes

Décrire les types de filtres utilisés pour éliminer les polluants de l'air, dont les suivants :

- les filtres en panneau
- les filtres secs à surface étendue
- les filtres à éléments renouvelables
- les filtres à air électroniques

Indiquer les composants de filtration, dont les suivants :

- les commandes
- les supports de filtres
- les châssis
- les mécanismes d'entraînement
- les débitmètres d'air

Décrire le fonctionnement et la configuration des purificateurs d'air électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les méthodes d'entretien des filtres à air en insistant notamment sur :

- la vérification visuelle
- la vérification du fonctionnement des filtres à air
- la mesure de la chute de pression statique au niveau du filtre

54.5 Décrire les exigences de ventilation et de qualité de l'air intérieur se rapportant aux systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 2 h)**

Décrire les méthodes utilisées pour vérifier la qualité de l'air intérieur en insistant notamment sur :

- les niveaux de confort de l'air
- les paramètres du système
- les types de polluants
- l'enlèvement des traces de polluants

54.5 (suite)

Indiquer les composants de ventilation mécaniques des systèmes de réfrigération et de climatisation ainsi que les paramètres y étant associés en insistant notamment sur :

- les ventilateurs d'évacuation
- les systèmes de pressurisation
- les systèmes d'apport d'air neuf
- les exigences en matière de ventilation du bâtiment
  - Code du bâtiment de l'Ontario (articles 6 et 9)
  - les normes de l'American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers
  - Spécifications des fabricants
- les systèmes de gestion de la fumée
  - Normes de l'American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs de récupération de chaleur des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des ventilateurs de récupération de chaleur en insistant notamment sur :

- la décoloration
- le dégagement d'odeurs
- l'humidité
- la présence de corrosion

Décrire les méthodes utilisées pour procéder à l'entretien des ventilateurs de récupération de chaleur en insistant notamment sur :

- l'inspection visuelle
- la mesure de la résistance
- la vérification
- la réparation
- le remplacement

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des ventilateurs de récupération d'énergie des systèmes de réfrigération et de climatisation.

54.5 (suite)

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des ventilateurs de récupération d'énergie en insistant notamment sur :

- la décoloration
- le dégagement d'odeurs
- l'humidité
- la présence de corrosion

Décrire les méthodes d'entretien des ventilateurs de récupération d'énergie en insistant notamment sur :

- l'inspection visuelle
- la mesure de la résistance
- la vérification
- la réparation
- le remplacement

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des différents appareils d'humidification des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des appareils de déshumidification des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les systèmes à la vapeur
- les systèmes à ultrasons
- les systèmes à atomisation

Décrire les méthodes de réparation ou de remplacement des appareils d'humidification ou de déshumidification défectueux.

54.6 Décrire les méthodes utilisées pour s'assurer que le système de distribution d'air des systèmes de réfrigération et de climatisation fonctionne conformément aux paramètres de conception. **(2 h / 4 h)**

Interpréter les spécifications des fabricants afin de vérifier :

- les pressions de fonctionnement
- les températures
- le débit d'air
- les débits
- la tension
- l'intensité de courant
- la consommation d'énergie

Interpréter les rapports d'essai et d'équilibrage de systèmes de réfrigération et de climatisation.

54.6 (suite)

Décrire les méthodes utilisées pour équilibrer un système de distribution d'air.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des instruments et des dispositifs de mesure du débit d'air en insistant notamment sur :

- les manomètres à tube en U
- le manomètre à tube incliné
- le manomètre électronique
- le tube de Pitot
- le tube de Bourdon (manomètre Magnehelic^{MC})
- l'anémomètre à hélice
- l'anémomètre à palette
- les dispositifs de surcharge thermique
- la hotte à flux laminaire
- le tachymètre

Démontrer l'utilisation des instruments de mesure du débit d'air propre aux systèmes de réfrigération et de climatisation.

Numéro : **S0755**

Titre : **SYSTÈMES ÉLECTRIQUES ET SYSTÈMES DE COMMANDE ÉVOLUÉS – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)**

Durée : 81 heures au total Théorie : 39 heures
Pratique : 42 heures

Préalables : L1CC – S0731, S0732, S0733, S0734, S0735, S0736, S0737
L2 – S0744, S0745, S0746, S0747, S0748, S0749

Contenu :

S0755.1 Déterminer les lois, les règlements et les codes applicables aux travaux effectués sur les accessoires et les composants des systèmes électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 0 h)**

S0755.2 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des dispositifs et des circuits inductifs à courant alternatif monophasé et triphasé des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(22 h / 2 h)**

S0755.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des moteurs de compresseur et de ventilateur des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(5 h / 2 h)**

S0755.4 Interpréter la terminologie propre aux systèmes de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 0 h)**

S0755.5 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants et des systèmes de commande pneumatiques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 4 h)**

S0755.6 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des commandes de fonctionnement et de sécurité des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 4 h)**

S0755.7 Déterminer la séquence des phases électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 28 h)**

S0755.8 Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour procéder à l'entretien des circuits de commande et des composants électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 2 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session par session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
48 %	52 %	100 %

Stratégies d'enseignement : Exposés
Vidéos
Matériel imprimé
Démonstration – Travaux pratiques en laboratoire
Formation fondée sur les compétences
Apprentissage en ligne

Documents de référence :

Occupational Health and Safety Manual for Refrigeration and Air Conditioning
Loi sur le transport de matières dangereuses
Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
Loi sur la santé et la sécurité au travail et règlements applicables aux projets de construction
Code de pratiques visant la réduction des émissions de chlorofluorocarbures des systèmes de réfrigération et de climatisation (programme de prévention de l'appauvrissement de la couche d'ozone)
Modern Refrigeration and Air Conditioning (Althouse, Turnquist & Bracciano)
Logiciels de formation applicables
Documentation fournie par les fabricants
Lois, règlements et codes applicables

- Code des incendies de l'Ontario
- Code canadien de l'électricité
- *Loi sur les chaudières et appareils sous pression*
- Norme de réfrigération mécanique B52 de la CSA
- Règlements provinciaux et fédéraux sur les halocarbures
- *Loi de 2000 sur les normes techniques et la sécurité*
- Code du bâtiment
- Codes municipaux

S0755.0 Systèmes électriques et systèmes de commande évolués – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)

Durée : 81 heures au total Théorie : 39 heures Pratique : 42 heures

Renvois aux résultats/normes d'apprentissage :
U6238; U6239; U6240; U6241; U6242; U6243; U6244, U6245

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie sera capable de décrire les principes de fonctionnement et les fonctions des systèmes électriques et des systèmes de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation se trouvant dans des bâtiments industriels, commerciaux ou institutionnels (ICI).

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

55.1 Déterminer les lois, les règlements et les codes applicables aux travaux effectués sur les accessoires et les composants des systèmes électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 0 h)**

Déterminer les exigences pertinentes du Code canadien de l'électricité (CCE), dont celles prescrites par :
- les règlements relatifs à la mise à la masse (article 10)
- les règlements applicables du CCE en ce qui concerne les méthodes de câblage des systèmes de réfrigération et de climatisation (article 12)

Déterminer les lois sur la sécurité qui régissent les travaux effectués sur des systèmes de réfrigération et de climatisation haute tension (plus de 750 V).

Décrire les méthodes de verrouillage et d'étiquetage des dispositifs électriques.

Déterminer les méthodes utilisées pour connecter et déconnecter le matériel électrique des systèmes de réfrigération et de climatisation en tenant compte notamment de ce qui suit :
- respect des exigences prévues par la loi
- obtention de permis obligatoires
- réalisation d'inspections

Déterminer les restrictions réglementaires et la portée des travaux d'électricité effectués par les mécaniciens de systèmes de réfrigération et de climatisation y compris ceux prescrits par :
- l'OSIE (Office de la sécurité des installations électriques)
- la LQPAGM (*Loi sur la qualification professionnelle et l'apprentissage des gens de métier*)
- le ministère du Travail
- *la Loi sur la santé et la sécurité au travail de l'Ontario*

55.2 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des dispositifs et des circuits inductifs à courant alternatif monophasé et triphasé des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(22 h / 2 h)**

Effectuer des calculs afin de déterminer :
- les grandeurs électriques pour les circuits en série
- les grandeurs électriques pour les circuits en parallèle
- les grandeurs électriques pour les circuits mixtes

Décrire des caractéristiques se rapportant à l'inductance propres aux systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :
- les facteurs qui ont une incidence sur celle-ci
- l'induction en courant alternatif et ses effets sur le courant
- la fonction du noyau de fer
- la force électromotrice induite
- l'unité de mesure de celle-ci
- le symbole propre à l'inductance
- la réactance inductive
- l'équation de la réactance inductive

Décrire la relation de phase entre la tension et le courant au sein du circuit inductif d'un système de réfrigération et de climatisation.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des solénoïdes utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :
- les relais
- les contacteurs
- les robinets

Démontrer les méthodes utilisées pour élaborer :
- des circuits où les contacteurs commandent diverses charges
- des circuits où les vannes électromagnétiques commandent le débit d'un fluide

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des transformateurs monophasés et triphasés utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :
- le rapport de transformation
- les différences entre le transformateur élévateur et le transformateur abaisseur
- le voltampère (VA) nominal
- les tensions primaire et secondaire
- le courant primaire et secondaire
- la tension à vide

Décrire les modes standard d'identification des bornes et des enroulements.

55.2 (suite)

Décrire les transformateurs monophasés et triphasés utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les caractéristiques des transformateurs lorsqu'ils sont connectés en série
- les caractéristiques des transformateurs lorsqu'ils sont connectés en parallèle
- la polarité des transformateurs
- la répartition des charges pour deux transformateurs connectés en parallèle

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des transformateurs en insistant notamment sur :

- l'inspection visuelle
- les méthodes d'essai
- la détection des fuites d'huile
- la détection des défauts
- la détection de la décoloration

Décrire les services et les panneaux à tension électrique monophasée de 120 et de 240 volts.

Décrire le courant alternatif triphasé.

Décrire les services et les panneaux d'entrée électrique triphasée de 208/230/440/575 volts utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les dispositifs de protection de surintensité des circuits monophasés et triphasés utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation, dont les suivants :

- disjoncteurs
- fusibles

Décrire les méthodes de calibrage des dispositifs de protection de surintensité y compris celles permettant de protéger le système contre :

- les charges hermétiques
- les charges non hermétiques

Décrire les dispositifs de protection contre les surcharges des circuits monophasés et triphasés.

55.2 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des conducteurs des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- l'isolation
- la tension nominale
- le calibre des conducteurs
- la chute de tension

Décrire des caractéristiques associées à la puissance des courants monophasé et triphasé en insistant notamment sur :

- l'unité de mesure propre à la puissance
- le symbole propre à la puissance
- la puissance apparente
- le symbole propre à la puissance apparente
- le facteur de puissance

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des condensateurs des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- leur composition
- leurs caractéristiques
- la capacitance et les facteurs qui ont un effet sur ceux-ci
- le condensateur de démarrage
- le condensateur de marche
- l'unité de mesure propre à la puissance
- le symbole propre au condensateur
- la rigidité diélectrique
- la réactance capacitive
- le symbole propre à la réactance capacitive
- l'unité de mesure propre à la réactance capacitive
- l'équation de la réactance capacitive

Décrire la relation de phase entre la tension et le courant au sein d'un circuit capacitif.

Calculer la capacitance totale des condensateurs reliés en série et en parallèle.

Décrire les caractéristiques de l'impédance en insistant notamment sur :

- l'unité de mesure propre à l'impédance
- l'unité de mesure propre à la réactance capacitive
- l'équation de l'impédance

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des thermostats basse tension des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les facteurs à considérer pour procéder à leur installation
- les méthodes de dépannage y étant associées

55.2 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des transformateurs de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des relais et des contacteurs utilisés au sein des groupes compresseurs-condenseurs ou des compresseurs des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des relais des ventilateurs.

Décrire les méthodes utilisées pour installer des appareils de chauffage et des moteurs électriques ainsi que du matériel de filtration électronique au sein de systèmes de réfrigération et de climatisation.

55.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des moteurs de compresseur et de ventilateur des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(5 h / 2 h)**

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des moteurs de compresseur monophasés utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les moteurs à phase auxiliaire
- les moteurs à condensateur permanent
- les moteurs à démarrage par condensateur
- les moteurs à démarrage et fonctionnement par condensateur

Déterminer les composants liés au câblage des compresseurs monophasés en insistant notamment sur :

- les relais de courant
- les relais de potentiel
- les relais à semi-conducteurs

Interpréter les articles du Code canadien de l'électricité qui portent sur :

- les moteurs de compresseur hermétique
- les relais à semi-conducteurs
- les moteurs ouverts
- le câblage d'un compresseur hermétique
- le calibrage des dispositifs de protection de surintensité des compresseurs hermétiques
- le calibrage des dispositifs de protection contre les surcharges des moteurs de compresseur hermétique

Décrire les principes de fonctionnement et les fonctions des commandes de sécurité d'huile.

55.3 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des dispositifs de protection des moteurs de compresseur monophasés en insistant notamment sur :

- les dispositifs de surcharge thermique intégrés
- les dispositifs de surcharge externes

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des moteurs monophasés ouverts servant à entraîner les ventilateurs de condenseurs et de dispositifs de traitement de l'air en insistant notamment sur :

- les moteurs à phase auxiliaire
- les moteurs à une vitesse à condensateur permanent
- les moteurs à plusieurs vitesses à condensateur permanent

Décrire les méthodes utilisées pour inverser le sens de rotation des moteurs monophasés ouverts.

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des moteurs monophasés en insistant notamment sur :

- la haute tension
- la basse tension
- une surcharge
- l'obstruction du dispositif de ventilation
- une lubrification excessive

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des moteurs à cage et des composants connexes utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- le moteur à induction
- les moteurs triphasés
- le stator
- le rotor
- le glissement du rotor
- les flasques
- les paliers
- la relation entre le nombre de pôles et le régime

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des moteurs utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les moteurs de compresseur polyphasés
- les démarreurs de moteur
- les démarreurs triphasés
  - branchement direct au secteur
  - démarrage sur fraction d'enroulement
  - démarreur étoile-triangle
  - démarreur électronique

55.3 (suite)

Décrire les méthodes utilisées pour élaborer des circuits dans lesquels les démarreurs commandent les moteurs de compresseur et de ventilateur.

Décrire la technique d'inversion de rotation des moteurs triphasés.

Décrire les dispositifs de commande du régime des moteurs à fréquence variable.

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des moteurs triphasés en insistant notamment sur :

- la haute tension
- la basse tension
- le fonctionnement en mode monophasé
- la surcharge
- l'obstruction du dispositif de ventilation
- la lubrification excessive
- le déséquilibre entre phases

55.4 Interpréter la terminologie propre aux systèmes de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 0 h)**

Interpréter la terminologie propre aux systèmes de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- l'anticipation
- le calcul des moyennes
- la boucle fermée
- la boucle ouverte
- l'agent de régulation
- le point de contrôle
- le point de consigne
- le dispositif de commande
- le contrôleur
- l'écart
- l'action directe
- l'action inversée
- la rétroaction
- le circuit normalement fermé
- le circuit normalement ouvert
- la plage
- la plage d'étranglement

55.5 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants et des systèmes de commande pneumatiques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 4 h)**

Interpréter les données des fabricants afin de déterminer les types de dispositifs de commande pneumatique utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Interpréter les schémas de principe des circuits pneumatiques des systèmes de réfrigération et de climatisation en tenant compte notamment :

- des symboles
- des légendes
- des dispositifs de commande
- des dispositifs de sécurité
- des pressions d'alimentation en air
- de la séquence de fonctionnement
- des commandes et des composants pneumatiques

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction du matériel d'alimentation pneumatique des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les compresseurs
- les filtres
- les purgeurs automatiques
- les moteurs de compresseur
- les courroies de compresseur
- les poulies de compresseur
- le niveau d'huile du compresseur
- les déshydrateurs
- les régulateurs de pression
- les dispositifs de sécurité
- les solénoïdes

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des composants pneumatiques en insistant notamment sur :

- les déshydrateurs
- les régulateurs de pression
- les dispositifs de commande
- les interrupteurs pneumatiques et électriques
- les pressostats électriques
- les actionneurs
- les thermostats
- les relais

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des composants pneumatiques des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- l'étalonnage de l'instrument
- la vérification du débit
- la vérification de l'étanchéité
- la vérification du niveau de bruit
- l'emploi d'instruments de mesure
- l'emploi d'instruments d'essai
- l'emploi d'outils spéciaux
- les méthodes de réparation
- les méthodes de remplacement
- l'emploi d'instruments de mesure de la pression

55.6 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des commandes de fonctionnement et de sécurité des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 4 h)**

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des commandes de fonctionnement et de sécurité des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les régulateurs de température
- l'humidité
- la tension secteur
- la basse tension
- les commandes programmables
- les commandes par tout ou rien
- les régulateurs à action proportionnelle
- les régulateurs de pression
- l'intensité de courant
- les commandes de sécurité d'huile
- les régulateurs de débit de fluide
- les régulateurs de niveau de liquide
- les réglages de minuterie

Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des commandes de fonctionnement et de sécurité en insistant notamment sur :

- les commandes défectueuses
- les commandes endommagées
- le matériel de vérification des fonctions
  - thermomètre
  - manomètre
  - hygromètre
  - psychromètre
  - multimètre
  - ampèremètre
  - voltmètre
  - ohmmètre
  - manomètre

55.7 Déterminer la séquence des phases électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 28 h)**

Déterminer les types de schémas électriques et leur fonction, dont les suivants :
- les schémas à images
- les schémas d'installation électrique
- les schémas de principe

Interpréter les données des fabricants afin de déterminer les types de dispositifs de commande utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Interpréter des schémas de principe électriques en tenant compte notamment :
- des symboles
- des légendes
- des dispositifs de démarrage des moteurs
- des dispositifs de protection contre les surcharges
- des dispositifs de commande
- des dispositifs de sécurité
- des transformateurs
- des tensions applicables

Déterminer la séquence de fonctionnement électrique des systèmes de réfrigération et de climatisation en lisant :
- les diagrammes
- les tables
- la documentation technique
- les spécifications des fabricants
- les schémas de câblage
- les codes et règlements

Interpréter des schémas de principe des circuits électriques afin de déterminer :
- l'ordre des opérations électriques
- la séquence de fonctionnement
  - refroidissement de la thermopompe
  - chauffage
  - dégivrage
  - démarrage du système en mode triphasé à tension réduite
  - démarrage d'un système à montage en étoile-triangle

Démontrer les techniques utilisées pour dessiner les schémas de principe représentant les commandes électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation.

55.8 Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour procéder à l'entretien des circuits de commande et des composants électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 2 h)**

Utiliser des dispositifs de mesure électriques pour mesurer le rendement des circuits de commande électriques et des composants électriques des systèmes de réfrigération et de climatisation, dont les suivants :

- ampèremètres
- voltmètres
- ohmmètres
- mégohmmètres/contrôleurs d'isolement (Megger[MC])
- wattmètres
- multimètres
- capacimètres

Déterminer les limites des dispositifs de mesure électriques en tenant compte notamment :

- de la plage de mesure
- des valeurs d'échelle
- des méthodes de manutention
- de l'état des instruments
- de l'étalonnage de l'instrument

Démontrer les méthodes de mesure et de vérification de l'alimentation électrique en tenant compte notamment :

- de l'intensité du courant
- de la continuité
- des circuits triphasés/de la rotation
- de la tension (c.a.-c.c.)
- de l'intensité (c.a.-c.c.)
- de la résistance et de la puissance
- des condensateurs

Interpréter les lectures de mesure selon la valeur et l'unité de mesure.

Décrire les méthodes d'étalonnage et de réglage des instruments de mesure électriques en insistant notamment sur :

- le réglage
- la plage
- l'échelle
- les dispositifs de connexion

55.8 (suite)

Démontrer les méthodes de vérification des paramètres des systèmes de commande à l'aide :

- de simulateurs
- d'analyseurs
- d'ordinateurs

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des commandes électriques et automatiques des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- la régulation des ventilateurs
- la vitesse du ventilateur
- la haute ou la basse pression
- les commandes de dégivrage des thermopompes
- l'humidité
- les chaufferettes de carter
- les minuteries de cycle d'arrêt
- les thermostats électroniques ou manuels
- les dispositifs de régulation des zones

Indiquer les outils et les dispositifs spéciaux utilisés pour vérifier les systèmes de commande, dont les suivants :

- outils à main
- instruments de mesure de la pression
- instruments de mesure de la température
- instruments de mesure du débit
- instruments de mesure électriques
- indicateurs de niveau
- simulateurs
- tachymètres

Démontrer les méthodes utilisées pour vérifier les paramètres de fonctionnement des systèmes de commande en tenant compte notamment :

- des pressions
- des températures
- du débit
- des tensions
- de l'intensité de courant
- des niveaux des liquides
- de vitesse

55.8 (suite)

Démontrer les méthodes d'essai et de vérification des commandes primaires et secondaires des systèmes de réfrigération et de climatisation en tenant compte notamment :

- de la tension
- de la rotation du moteur
- des commandes d'arrêt-départ ou de régulation de vitesse du ventilateur
- des commandes de haute/basse pression
- des commandes de dégivrage des thermopompes
- des commandes de régulation de l'humidité
- des chaufferettes de carter
- des minuteries de cycle d'arrêt
- des thermostats électroniques ou manuels
- des dispositifs de régulation des zones

Décrire les méthodes de dépannage utilisées, dont la méthode de la « marelle », pour détecter les pannes électriques au sein du système de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Démontrer les méthodes utilisées pour enlever ou remplacer les composants défectueux du système de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Numéro : **S0756**

Titre : **DISPOSITIFS ET COMMANDES ÉLECTRONIQUES – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)**

Durée : 24 heures au total Théorie : 12 heures
Pratique : 12 heures

Préalables : L1CC – S0731, S0732, S0733, S0734, S0735, S0736, S0737
L2 – S0744, S0745, S0746, S0747, S0748, S0749

Contenu :

S0756.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des dispositifs et des commandes électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 0 h)**

S0756.2 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des capteurs et des dispositifs d'entrée-sortie des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 0,05 h)**

S0756.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 0,05 h)**

S0756.4 Décrire les méthodes utilisées pour installer les régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 0 h)**

S0756.5 Décrire les méthodes utilisées pour procéder au câblage des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 1 h)**

S0756.6 Décrire les méthodes utilisées pour communiquer avec les systèmes de commande électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 1 h)**

S0756.7 Démontrer les méthodes de programmation utilisées pour modifier les paramètres de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 4 h)**

S0756.8 Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 4 h)**

S0756.9 Décrire les méthodes et les stratégies d'économie d'énergie utilisées avec les commandes électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 1 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session par session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
50 %	50 %	100 %

Stratégies d'enseignement : Exposés
Vidéos
Matériel imprimé
Démonstration – Travaux pratiques en laboratoire
Formation fondée sur les compétences
Apprentissage en ligne

Documents de référence :

Occupational Health and Safety Manual for Refrigeration and Air Conditioning
Loi sur le transport de matières dangereuses
Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
Loi sur la santé et la sécurité au travail et règlements applicables aux projets de construction
Code de pratiques visant la réduction des émissions de chlorofluorocarbures des systèmes de réfrigération et de climatisation (programme de prévention de l'appauvrissement de la couche d'ozone)
Modern Refrigeration and Air Conditioning (Althouse, Turnquist & Bracciano)
Logiciels de formation applicables
Documentation fournie par les fabricants
Lois, règlements et codes applicables

- Code des incendies de l'Ontario
- Code canadien de l'électricité
- *Loi sur les chaudières et appareils sous pression*
- Norme de réfrigération mécanique B52 de la CSA
- Règlements provinciaux et fédéraux sur les halocarbures
- *Loi de 2000 sur les normes techniques et la sécurité*
- Code du bâtiment
- Codes municipaux

S0756.0 Dispositifs et commandes électroniques – Bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI)

Durée : 24 heures au total Théorie : 12 heures Pratique : 12 heures

Renvois aux résultats/normes d'apprentissage :
U6238; U6239; U6240; U6241; U6242; U6243; U6244, U6245

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie sera capable de décrire les méthodes utilisées pour procéder à l'installation et à l'entretien des dispositifs et des commandes électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation se trouvant dans des bâtiments industriels, commerciaux ou institutionnels (ICI).

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

56.1 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des dispositifs et des commandes électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 0 h)**

Déterminer les mesures de contrôle, dont les suivantes :
- les commandes par tout ou rien
- les commandes à action flottante
- les régulateurs à action proportionnelle
- les régulateurs intégraux
- les régulateurs par dérivation

Déterminer les types de systèmes de commande à boucle, dont les suivants :
- le compresseur à entraînement extérieur
- la boucle fermée

Décrire les signaux de commande analogiques et numériques.

Déterminer les éléments et les caractéristiques fondamentales de ce qui suit :
- la logique électronique
- les circuits binaires
- les circuits numériques
- la commande numérique directe
- les régulateurs électroniques

56.1 (suite)

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des commandes et des composants électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les semi-conducteurs (jonction PN)
- les diodes
- les triodes
- les redresseurs
- les redresseurs au silicium
- les capteurs et les thermistances
- les transducteurs
- les thermocouples
- les dispositifs thermoélectriques

56.2 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des capteurs et des dispositifs d'entrée-sortie des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 0,05 h)**

Déterminer les entrées-sorties analogiques et numériques des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Déterminer les dispositifs analogiques et numériques de commande des périphériques.

Décrire les principes de fonctionnement et la fonction de ce qui suit :

- les capteurs thermiques
- les capteurs de pression
- les transducteurs
- les émetteurs

Décrire les méthodes suivantes :

- interfaçage des dispositifs électroniques avec les appareils électromécaniques
- étalonnage des boucles d'entrée-sortie
- dépannage des boucles d'entrée-sortie

56.3 Décrire les principes de fonctionnement et la fonction des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 0 h)**

Déterminer l'architecture de systèmes de commande électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Indiquer les types de régulateurs électroniques utilisés au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation dont les suivants :

- thermostats
- humidistats
- détecteurs de gaz
- interfaces du matériel
- régulateurs de groupe compresseur-condenseur
- régulateurs de vitesse des moteurs

Décrire les méthodes d'interfaçage entre les régulateurs électroniques et les dispositifs commandés classiques des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :

- les actionneurs
- les registres
- les relais
- les robinets

Décrire l'utilisation des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire les systèmes de commande autonomes et répartis des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Décrire la séquence des stratégies de régulation types propres aux systèmes de réfrigération et de climatisation.

56.3 (suite)

Décrire les stratégies d'utilisation des régulateurs numériques directs propres aux systèmes de réfrigération et de climatisation dont les suivantes :

- traitement de l'air
- rétablissement de l'eau froide
- régulation de la tour de refroidissement
- régulation de l'enthalpie
- rétablissement de l'eau chaude
- régulation localisée
- régulation du mélange d'air
- régulation de refroidisseurs multiples
- régulation multiétagée
- régulation multizone
- régulation de l'air extérieur
- régulation de la température de l'air de retour
- régulation de la pression statique
- régulation de la température de l'air d'alimentation
- débit d'air variable
- débit variable et température variable
- entraînement à fréquence variable

56.4 Décrire les méthodes utilisées pour installer les régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 0 h)**

Décrire les méthodes de planification de l'installation des régulateurs électroniques au sein des systèmes de réfrigération et de climatisation.

Interpréter les dessins d'installation et le cahier des charges afin de déterminer les systèmes de commande à utiliser.

Déterminer l'alimentation électrique nécessaire au fonctionnement des systèmes de commande électroniques.

Déterminer les dispositifs et le matériel nécessaires pour installer des systèmes de commande électroniques.

Déterminer les régulateurs électroniques nécessaires pour l'installation.

Décrire les méthodes d'installation des systèmes de commande électroniques.

Décrire le processus de mise en service des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation.

56.5 Décrire les méthodes utilisées pour procéder au câblage des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 1 h)**

Interpréter les schémas, les dessins et les documents de travail afin de déterminer :

- les méthodes de câblage des réseaux de commande autonomes et répartis
- les dispositifs d'interconnexion
- les points de raccordement des composants et les commandes
- les techniques utilisées pour réduire au minimum le bruit et les interférences
- les dispositifs de câblage des réseaux de commande

56.6 Décrire les méthodes utilisées pour communiquer avec les systèmes de commande électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(1 h / 1 h)**

Déterminer les normes relatives aux ports de communication, soit :

- RS232
- RS422
- RS485

Indiquer les interfaces utilisateur-machine dont les suivantes :

- interfaces locales (panneaux)
- appareils à main
- appareils portatifs et de poche
- serveurs
- serveurs Web (IP)
- appareils de communication à distance (modems)

Décrire les façons de communiquer à l'aide de différents systèmes de commande en insistant notamment sur :

- les divers modes d'accès
- les convertisseurs RS232 à 485
- les communications par Internet

56.7 Démontrer les méthodes de programmation utilisées pour modifier les paramètres de commande des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 4 h)**

Indiquer les types de programmes en insistant notamment sur :
- les programmes-systèmes
- les programmes d'application

Décrire les méthodes d'utilisation des dispositifs d'interface programmés en insistant notamment sur :
- les ordinateurs
- les interfaces locales
- les appareils à main

Démontrer les méthodes utilisées pour modifier les paramètres d'un système de commande.

56.8 Décrire les méthodes de dépannage utilisées pour déterminer les défaillances qui peuvent survenir au niveau des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 4 h)**

Décrire les méthodes utilisées pour procéder à la réparation et à l'entretien des commandes électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation en insistant notamment sur :
- l'interprétation des données transmises par le système de commande
- les méthodes de réparation
- les instruments de mesure électriques
- les instruments de diagnostic électroniques
- les instruments de mesure
- les outils et le matériel d'entretien
- les dispositifs d'interface pour communiquer avec le système
- les rapports d'essai et les tables
- les méthodes d'analyse
- les méthodes d'inspection
- les méthodes de dépose
- les méthodes de remplacement
- les mesures correctives recommandées

Décrire les méthodes utilisées pour vérifier :
- le fonctionnement des commandes électroniques
- le fonctionnement du système de commande afin de s'assurer qu'il est conforme aux critères de conception

56.9 Décrire les méthodes et les stratégies d'économie d'énergie utilisées avec les commandes électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation. **(2 h / 1 h)**

Déterminer les méthodes utilisées pour optimiser le fonctionnement des régulateurs électroniques des systèmes de réfrigération et de climatisation en vue d'économiser de l'énergie, y compris :

- la correction selon la température extérieure
- la commande temporelle
- l'abaissement de la température de consigne
- la réduction de la vitesse du mécanisme d'entraînement à fréquence variable

Décrire les avantages qu'offrent les stratégies d'économie d'énergie.

Décrire les stratégies d'économie d'énergie utilisées pour les installations de réfrigération et de climatisation types.